

# METHOD FOR INSPECTING MAGNETIC HEAD AND MAGNETIC DISK

Patent Number: JP6309636

Publication date: 1994-11-04

Inventor(s): FUJII KOJI; others: 01

Applicant(s): CITIZEN WATCH CO LTD

Requested Patent: JP6309636

Application Number: JP19930122178 19930427

Priority Number(s):

IPC Classification: G11B5/455; G11B5/84; G11B21/21

EC Classification:

Equivalents:

## Abstract

**PURPOSE:** To make estimating the influence due to a floating amount possible when defect is inspected by providing a floating amount calculation program capable of estimating the floating amount when air pressure is changed if the floating amount at a certain air pressure is known previously.

**CONSTITUTION:** A magnetic disk 4 is attached to a spindle motor 5, and the number of revolution of the motor is controlled by a personal computer 10 through a control circuit 11. A recording and reproducing head 1 is attached to a linear actuator 30, and a head 2 loading a piezo element is attached to the linear actuator 31, and respective actuators 30, 31 are positioned at prescribed tracks by the control circuit 11. When the inspection is performed, first of all, the items to be measured are selected, and the measuring conditions of recording density, the floating amount, etc., are set for respective measuring items. The periphery of a head disk is set up in a vacuum chamber 6, and the air pressure in the chamber is changed by an exhaust system to change the floating amount, and further, the influence due to the floating amount is estimated when the defect is inspected by providing the floating amount calculation program capable of estimating the floating amount when the air pressure is changed if the floating amount at the certain air pressure is known previously.

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - 12

|   |           |                                  |     |        |
|---|-----------|----------------------------------|-----|--------|
| (51)Int.Cl. <sup>5</sup><br>G 11 B 5/455<br>5/84<br>21/21 | 識別記号<br>G | 府内整理番号<br>C 7303-5D<br>M 9197-5D | F I | 技術表示箇所 |
|---|-----------|----------------------------------|-----|--------|

## 審査請求 未請求 請求項の数1 FD (全6頁)

|                            |   |
|----------------------------|---|
| (21)出願番号<br>特願平5-122178    | (71)出願人<br>シチズン時計株式会社<br>東京都新宿区西新宿2丁目1番1号                   |
| (22)出願日<br>平成5年(1993)4月27日 | (72)発明者<br>藤井 浩司<br>埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ<br>チズン時計株式会社技術研究所内 |
|                            | (72)発明者<br>佐藤 利晴<br>埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シ<br>チズン時計株式会社技術研究所内 |
|                            |   |

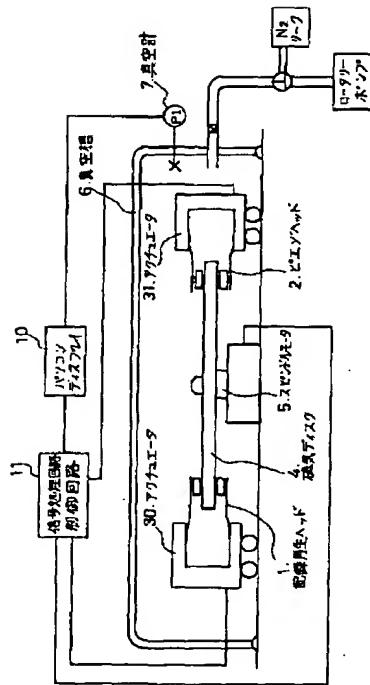
## (54)【発明の名称】 磁気ヘッドおよび磁気ディスクの検査方法

## (57)【要約】

【目的】 磁気ディスクの回転数とは独立して磁気ヘッドの浮上量を任意に設定し得る手段を導入し、信頼性の高い磁気ヘッドおよび磁気ディスクの検査を行うこと。

【構成】 磁気ヘッドおよび磁気ディスクを真空槽の内部に設定し、所定の磁気ヘッド回転数に対する磁気ヘッド浮上量を、真空層内の気圧を大気圧以下に減圧することにより変化させるようにした。

【効果】 浮上量が電磁変換特性に与える影響を、回転数とは独立して調べることができ、信頼性の高い浮上量補償を設定することが可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気ヘッドおよび磁気ディスクを真空槽の内部に配設し、前記磁気ディスクを回転させた状態で前記真空槽の内部の気圧を大気圧以下に変化させることにより、前記磁気ディスクの所定の回転数における前記磁気ヘッドの浮上量を変化させながら諸特性を検査することを特徴とする磁気ヘッドおよび磁気ディスクの検査方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は磁気ヘッドの電磁変換特性、浮上量および磁気ディスクの電磁変換特性、欠陥、並びに浮上量補償等を調べる検査方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術と問題点】 磁気ディスク装置の小型化、高密度化にともない、信号対ノイズ比いわゆるS/N比をいかに保持するかが大きな技術課題となってきている。磁気ヘッド技術（中村慶久、武笠幸一監修、トリップス、p. 34）によれば磁気記録の無損失再生過程における孤立波出力Eは次式の様に表される。

$$E = \eta NWv B_m \cdot 10^{-8} \cdot (2\pi/\lambda)$$

ここで

$\eta$  : ヘッド効率

N : 再生ヘッドのコイル巻数

W : トラック幅

v : メディア走行速度

B\_m : メディア磁性層内部長手残留磁束密度

$\lambda$  : 記録波長

【0003】 理想的にはヘッドからの出力は上式のように表されるが実際には多くの損失が起こる。この損失にはギャップ損失、分離損失、アジマス損失、媒体厚み損失、などがあるが、磁気ディスク装置の設計においては、この中でも特に分離損失をどの程度に抑えるか、すなわち浮上量をどの程度に設計するかということが非常に重要となる。

【0004】 従来浮上量を減少させると出力が増加することは知られているが、浮上量の効果のみを調べることは困難であった。例えば同様元で浮上量のみが異なるヘッドを用意したとしても作成上ギャップ深さ等個体差が必ず生じてしまうため浮上量の効果のみを見ることはむずかしい。また浮上量は出力のみならず、重ね書き特性など記録過程にも影響するため、磁気ヘッド、ディスクの設計においては、浮上量の電磁変換特性に与える影響が見積もれるような検査方法が望まれている。

【0005】 次に浮上のメカニズムについて説明する。ディスクの回転により、ディスクとスライダ間に空気が流入し、圧力いわゆる動圧が発生する。これによりヘッドには揚力が作用することになる。この揚力はディスクとスライダのすき間量やディスクの回転数等によって変化する。一方、ヘッドはサスペンションと称するバネに

より、ディスク側に所定の荷重で押し付けられる。このバネ荷重は、サスペンションのたわみ量と剛性によって変化させることができる。ヘッドが使用される時のサスペンションのたわみ量は、サスペンションのアクチュエータ側取り付け部とヘッド浮上面との高さの差で表すことができ、これをZハイトと呼ぶ。ヘッドはこの揚力とバネ荷重とが釣り合う位置で浮上することになる。

【0006】 磁気ヘッドおよび磁気ディスク検査において、浮上量を変化させる場合には、(1)ディスクの回転数を変化させる、(2)Zハイトを変化させる、

10 (3)Zハイト位置でのバネ荷重を変化させる、(4)スライダレール幅を変化させる、などいくつかの方法がある。しかし各方法とも問題があり、前記(2)では強制的にピッチ角がつけられることにより浮上量や浮上姿勢が不安定になる。前記(3)ではサスペンションのフリーリー状態における折り曲げ角度を調整してバネ荷重を変化させるものであるが、荷重調整を行った後に残留歪やスプリングバック等によって、荷重値が変動してしまうなどの問題がある。また前記(4)では同一仕様のヘッドでレール幅の異なるいくつかのヘッドを用意するものであるが磁気素子間に個体差があるため、浮上量のみの影響をみることはできない。

【0007】 上述した理由から、現存する測定機のほとんどは(1)の方法で浮上量を変化させている。所定の回転数でヘッドが浮上しているとき、ディスクの回転数が増加すると、ヘッドとディスクの間に流入する空気流も増加し、そのために揚力が増し、浮上量は増加する。また逆にディスクの回転数を減少させると浮上量は減少する。このように、ディスクの回転数をコントロールすることにより、浮上量を変化させている。所定の浮上量にセットするためには、あらかじめディスクの回転数と浮上量の関係を測定しておき、この結果からディスクの回転数を決定する。

【0008】 この方法は比較的簡便であるが、浮上量の電磁変換特性へ与える影響を評価することはできない。例えば、所定の線記録密度におけるヘッドの出力を測定する場合、線記録密度を一定にするために、回転数の変化に応じて書き込み周波数を調整する必要が生じる。ヘッドは周波数特性を有するために、このようにして書き込み周波数を変化させた場合、得られた測定値には浮上量のみの影響だけではなく、周波数特性の影響を含むことになる。このような理由から、ディスクの回転数を変化させて浮上量を調整し、浮上量の電磁変換特性に与える影響を評価するのは適当ではない。

【0009】 またディスク表面の突起高さを測定する浮上量補償測定方法において、従来は次のような方式をとっている。ディスク回転数と浮上量の関係を測定したヘッドを検査用ヘッドとして使用し、ディスクの回転数を変化させながらヘッドがディスクに接触したか否かを判断し、接触したときの回転数からその時の浮上量を求

め、ディスク表面の突起高さとする。検査用ヘッドには、ピエゾ素子またはA-Eセンサが取り付けられており、これらの出力値から接触状態を推定している。

【0010】しかし、このような従来の方法では、回転数によってピエゾ素子やA-Eセンサの出力値が変化してしまうこと等の理由により、正確に接触状態を検出することは困難であった。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術においては、浮上量を変化させる手段としてディスク回転数を変化させるため、電磁変換特性の評価においては線記録密度の差異が生じ、重要なパラメーターである浮上量の効果を見ることができなかった。また浮上量補償の測定においては、センサー出力のばらつきにより、得られたデータの信頼性が低いなどの問題があった。そこで本発明の目的はディスクの回転数とは独立して浮上量を調整し得る手段を導入することにより、信頼性の高い浮上量補償測定、および電磁変換特性に与える浮上量の影響を測定可能にすることである。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、ヘッドおよびディスクを収納する真空槽と、真空度を調整するための排気手段と、真空槽内の真空度を制御するマイコンから構成される。真空度と浮上量の関係をあらかじめ実測または計算しておき、このデータを基に所要の浮上量となるよう、真空槽内の真空度を調整し、電磁変換特性または浮上量補償の測定を行うようにした。

#### 【0013】

【実施例1】本発明の構成を図1を用いて説明する。磁気ディスク4はスピンドルモータ5にとりつけられモータ回転数はパソコン10から制御回路11を通して制御される。リニアアクチュエータ30には記録再生ヘッド1、リニアアクチュエータ31にはピエゾ素子を搭載したヘッド2がとりつけられ、各々のリニアアクチュエータはパソコン10から制御回路11を通して所定のトラックへ位置決めされる。ヘッド-ディスク周りは真空槽6内に設置され、排気系により真空度を制御できる。槽内の真空度は真空計7によりパソコンへデータとして入力される。

【0014】検査方法について、図2のフローチャートを基に説明する。始めに測定する項目を選択し、各測定項目に対して、記録密度、浮上量等の測定条件を設定する。これに基づいて、トラック半径、スピンドルモータの回転数、真空度等をセットし、電磁変換特性を測定する。これらの測定項目/測定条件の設定、およびトラック半径/スピンドルモータの回転数/真空度等のコントロールは全てパソコンによって管理される。測定条件を入力する際に、測定対象とするヘッドの、例えば大気圧状態における浮上量を入力しておく。この値から、希望

する浮上量にセットするための真空度が浮上量計算プログラムによって算出される。電磁変換特性を測定するには、DC消去を行った後に、信号処理回路に記録信号を与えてディスク上に書き込みを行う。その後記録再生ヘッドより読み込まれる信号について、信号処理回路を通してパソコンに取り込み、データ処理を行って電磁変換特性、欠陥等をディスプレー上に表示する。浮上量を変化させながら、電磁変換特性を測定する場合には、浮上量計算プログラムによって算出された真空度にセットしながら、電磁変換特性を測定すればよい。浮上量計算プログラムについては後で述べる。

【0015】次にディスク表面突起の検査方法について説明する。パソコンに入力された命令に従ってスピンドルモーターの回転数、ピエゾヘッドのトラック位置が制御回路により設定され、ヘッドはディスク上を浮上する。この状態ではヘッドとディスクは接触を起こさないためピエゾヘッドからは出力は得られない。ここで排気系により真空槽内を減圧していき、各気圧におけるピエゾヘッドから生じる出力を検知し、ピエゾヘッドから出力が生じる真空度を求める。浮上量は予め他の浮上量測定機においてある気圧(大気圧)での浮上量を測定しておきパソコン上に人力すれば、後述する浮上量計算プログラムにより各真空度における浮上量は推定され、磁気ディスク表面の突起高さを求めることができる。

【0016】浮上量計算プログラムについて述べる。磁気ヘッドの浮上量は、ヘッドに作用する揚力とヘッドのディスク側への押し付け荷重の釣合によって決定される。このとき、ヘッドに作用する揚力は、一般にレイノルズ方程式を用いて求めることができる。これは、ヘッドとディスク間のすき間形状に関して、ディスク速度、圧力、空気の粘性の関係を表したものである。対象とする浮上量が0.1(μm)よりも小さくなった場合には、壁面における分子のスリップを考慮した修正レイノルズ方程式が用いられ、浮上量が0.05(μm)以下になった場合には分子運動論に基づくボルツマン方程式を用いるのが望ましい。

【0017】上述した流体力に関する方程式と、ヘッドの支持系に関する釣合方程式を解くことにより浮上量を算出することができる。このようにして算出した浮上量は、実際の浮上量とかなりよい精度で一致することが確認されている。

【0018】ヘッド周りの気圧を変化させた時の浮上量の変化について、ヘッド押し付け荷重が6(gf)のマイクロスライダーを対象とし、計算値と比較した結果を図3に示す。この図より、たとえば標準気圧1013(ミリバール)における浮上量が74.5(nm)である場合、気圧が700(ミリバール)まで低下することにより、浮上量は標準気圧時の86%程度に減少し、また標準気圧1013(ミリバール)における浮上量が650.6(1nm)である場合、気圧が700(ミリバール)

ル)まで低下することにより、浮上量は標準気圧時の78%程度に減少することがわかる。このような気圧の低下による浮上量の減少割合はヘッドの形状にはほとんど左右されないが、標準気圧における浮上量に依存する。このため、任意の浮上ヘッドに対する気圧と浮上量の関係については、標準気圧における浮上量の異なるいくつかのケースについて気圧と浮上量の関係を求めておき、補間式により算出する。

【0019】整理すると、浮上量計算プログラムでは標準気圧における浮上量から希望する浮上量を実現するための真空度を算出する。このため、標準気圧におけるいくつかのヘッドについて、その気圧(真空度)と浮上量の関係をデータベースとして蓄えておき、対象とする浮上ヘッドに対する気圧と浮上量の関係はデータベースを基に補間式によって算出する。

【0020】データベースの構築において気圧と浮上量の関係は、レイノルズ方程式または修正レイノルズ方程式、ボルツマン方程式等により流体力を算出し、これとヘッドの支持系に関する釣合方程式を解くことによって求める。

#### 【0021】

【実施例2】実施例1において、浮上量と気圧の関係はいくつかのケースについて予め求めておき、データベース化されている。そして、任意の浮上量にセットする場合には、浮上量計算プログラムにより設定する気圧を算出し、真空度を調整することで行っている。実施例2は、浮上量計算プログラムに代わり、実際のヘッドを使用して、気圧と浮上量の関係をモニタしながら電磁変換特性および浮上量補償測定を行うものである。本実施例について図4を用いて説明する。

【0022】図4において、真空槽内には電磁変換特性および浮上量補償を測定する系と浮上量を測定する系の2つを収めている。前者については実施例1で述べたとおりである。後者について説明する。浮上量を測定するためのヘッド3は、アクチュエータ32を取り付けられており、ディスク上の任意の半径に位置決めができる。一方、スピンドルモータ15にはガラスディスク14が取り付けられている。浮上測定ヘッドはガラスディスク上を浮上し、そのときの浮上量はレーザー光を使用した光干渉法によって検出する。スピンドルモータの回転数およびアクチュエータのコントロールは全てパソコン10によって管理される。

【0023】電磁変換特性を浮上量を変化させながら測定する場合、浮上量測定系にて、浮上量をモニタしながら希望する浮上量が得られるように真空槽内の真空度を調整する。浮上量を測定するヘッドは、電磁変換特性/浮上量補償測定をするヘッドと同一仕様のものであることが望ましいが、標準気圧における浮上量が同程度のものであればよい。

【0024】このようにして真空槽内の真空度を調整したとき、電磁変換を測定するためのヘッドは希望する浮上量にセットされることになる。ここで電磁変換特性を測定することにより、所定の浮上量における電磁変換特性を得ることができる。

【0025】浮上量補償測定については、ピエゾヘッドの出力をモニタしながら、真空槽内の真空度を徐々に下げていき、接触が検出されたときの浮上量を浮上測定ヘッドから得る。

10 【0026】上述においては、浮上測定ヘッドと電磁変換特性/浮上量補償を測定するヘッドは別のものを使用したが、同一のヘッドを使用し、浮上測定系にて予め気圧と浮上量の関係を測定しておき、そのデータを基に電磁変換特性/浮上補償測定を行ってもよい。

#### 【0027】

【発明の効果】本発明によれば、ヘッド-ディスク周りの気圧を変化させることにより浮上量を変化させ、またある気圧での浮上量が既知であれば、気圧を変化させたときの浮上量が推定できる浮上量計算プログラムを備える

20 ことで、ヘッド-ディスクの検査装置において電磁変換特性、欠陥を検査する場合に浮上量の影響を見積もることができ、有用なデータを与える。また該装置でディスク表面の突起高さを検査する場合従来に比較して高速に同様な検査を行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1における検査方法の構成を示す説明図である。

【図2】本発明の実施例1における検査方法のフローチャートを示す説明図である。

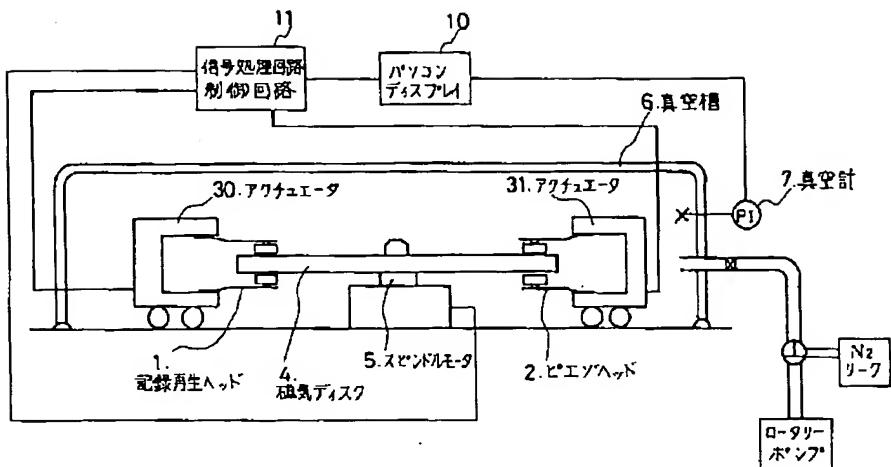
30 【図3】本発明における浮上量計算プログラムの計算値と実測値の比較を示す説明図である。

【図4】本発明の実施例2における浮上量測定系を備えた磁気ヘッドおよびディスク検査方法の構成を示す説明図である。

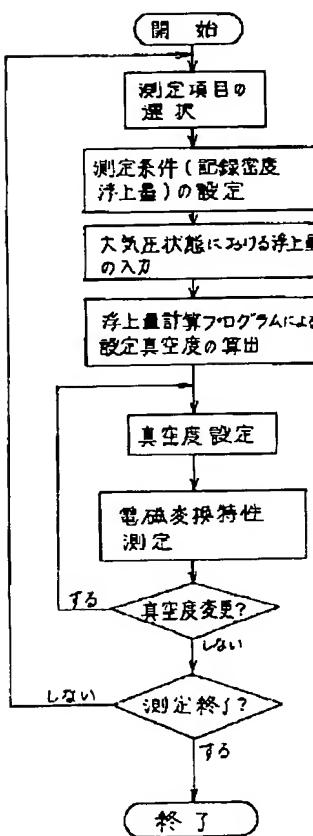
#### 【符号の説明】

- 1 記録再生用ヘッド
- 2 ピエゾヘッド
- 3 浮上測定ヘッド
- 4 磁気ディスク
- 5 スピンドルモータ
- 6 真空槽
- 7 真空計
- 10 パソコン、ディスプレイ
- 11 制御回路、信号処理回路
- 14 ガラスディスク
- 15 スピンドルモータ
- 30 アクチュエータ
- 31 アクチュエータ
- 32 アクチュエータ

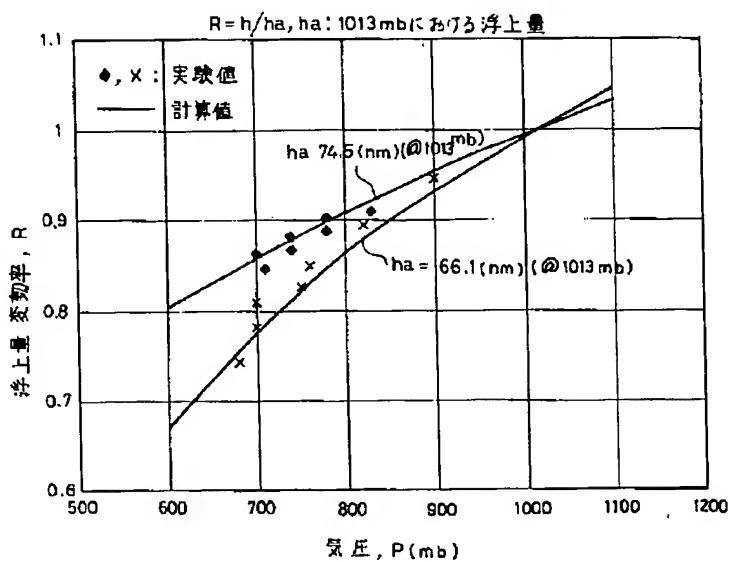
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

